



source: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/pubs/ctus/9-print_f.html

Évolution de la conception des murs en vue d'empêcher la pénétration de la pluie

Solution constructive n° 9, Déc. 1997

par **G.A. Chown, W.C. Brown et G.F. Poirier**

La conception des murs en vue d'empêcher la pénétration de la pluie s'est modifiée considérablement au fil des années. Cet article décrit l'évolution des murs, des façades en maçonnerie massive aux murs-rideaux à pression équilibrée, en s'attardant aux réalisations technologiques dans le domaine des murs à écran pare-pluie.

La pénétration de l'eau de pluie dans un mur dépend de la combinaison des conditions suivantes :

- la présence d'eau;
- l'existence, dans le mur, d'ouvertures par où l'eau peut entrer;
- l'existence de forces qui peuvent faire pénétrer l'eau dans le mur.

Pour empêcher l'eau de pluie de pénétrer dans un mur, il faut maîtriser une ou l'ensemble de ces conditions.

La pénétration de la pluie dans un bâtiment cause une foule de problèmes : endommagement de la menuiserie intérieure et des meubles ou accessoires, moisissures et dégradation prématurée de la structure. Au cours des années, on a utilisé divers moyens pour empêcher la pluie de s'infiltrer dans les murs, de la construction en maçonnerie massive aux murs-rideaux à écran pare-pluie à pression équilibrée.

Protection par élément unique

Dans divers types de construction, un seul élément assure essentiellement la protection contre la pénétration de la pluie. Lorsque le matériau employé est relativement poreux, c'est la masse du mur qui lui permet d'absorber et de rejeter l'humidité. Les murs en maçonnerie massive fonctionnent typiquement selon ce principe (voir figure 1).

Lorsque le matériau de construction a une porosité peu élevée (p. ex. dans le cas du béton coulé sur place ou des murs en pierre dense), il se peut que sa faible perméance à l'eau protège le mur contre l'infiltration de la pluie. Par contre, cela ne suffit pas toujours, les fissures présentes dans le mur laissant entrer l'eau directement. Les murs de ce type ont souvent présenté une performance acceptable en raison de la protection assurée par des dispositions constructives écartant l'eau des façades : larges surplombs de toit, corniches,

larmiers d'appuis de fenêtres.

Grâce à une meilleure compréhension de la conception des structures et au passage des murs porteurs aux murs-rideaux, on dispose aujourd'hui de façades plus minces assurant une meilleure utilisation des matériaux et un gain d'espace. Par contre, la perte de masse et d'épaisseur a souvent donné lieu à la pénétration de la pluie.

On trouve aujourd'hui des murs à paroi simple relativement minces dans des bâtiments se trouvant dans des environnements peu hostiles ou dans des bâtiments commerciaux ou industriels dont les conditions intérieures sont semblables aux conditions extérieures. Dans ces cas, on peut accepter qu'un bâtiment ne soit pas absolument étanche à l'eau de pluie à condition que cela n'ait pas d'effet néfaste sur le gros oeuvre, la santé ou la sécurité des occupants, la vocation du bâtiment ou le fonctionnement de ses équipements techniques.

Murs à façade étanche

Dans les murs à façade étanche, où la protection est assurée par un seul élément, il faut que la face extérieure soit essentiellement imperméable à l'eau et à l'air. La barrière isolante se trouvant sur la face intérieure du bardage, la face extérieure est exposée à de très grandes variations de température et de rayonnement solaire, qui exercent de fortes contraintes sur les joints entre les constituants du parement extérieur et sur les jonctions entre le parement et les autres composants. Dans ces conditions, les mastics durent beaucoup moins longtemps que dans des milieux protégés et que les autres constituants du bardage. Sans entretien en temps opportun et remplacement du mastic, le mur perd son étanchéité à l'eau et à l'air, ce qui peut influencer sur sa performance à tous les niveaux. Parce que le coût initial de mise en oeuvre de cette technique est relativement peu élevé, elle continue à être utilisée. Cependant, pour assurer une bonne performance, il faut affecter d'importantes ressources à l'entretien régulier du mur.¹

Forces de transfert de l'humidité

- l'énergie cinétique des gouttes de pluie
- la tension superficielle
- la capillarité
- la pesanteur
- la différence de pression d'air



Figure 1. Construction en maçonnerie massive

Protection par éléments multiples

La technique la plus couramment employée pour réduire la pénétration de la pluie dans les murs consiste à les doter d'une protection par éléments multiples. Il peut s'agir d'une lame d'air ou d'un plan de drainage et d'une couche résistante à l'eau, ainsi que de joints et de jonctions comportant aussi de multiples éléments de protection. Ces dispositions ont été observées dans les ouvrages en maçonnerie et dans les constructions à ossature de bois.

Murs creux

Le mur de maçonnerie creux se voulait une réponse au désir d'empêcher la pluie de pénétrer dans des façades de maçonnerie moins épaisses. Il se définit comme un mur de maçonnerie constitué de parois séparées par un vide et liées par des agrafes métalliques ou d'autres éléments, le tout étant destiné à résister aux charges latérales². Outre la capacité de supporter leur propre poids et les autres charges gravitationnelles, les parois intérieure et extérieure ainsi que les agrafes ou autres éléments de liaison ont des fonctions structurales. Le vide, ou lame d'air, empêche l'eau d'atteindre la paroi intérieure sous l'effet de la capillarité; il permet aussi à l'eau de s'échapper lors des périodes sèches, grâce à l'action capillaire de la paroi extérieure.

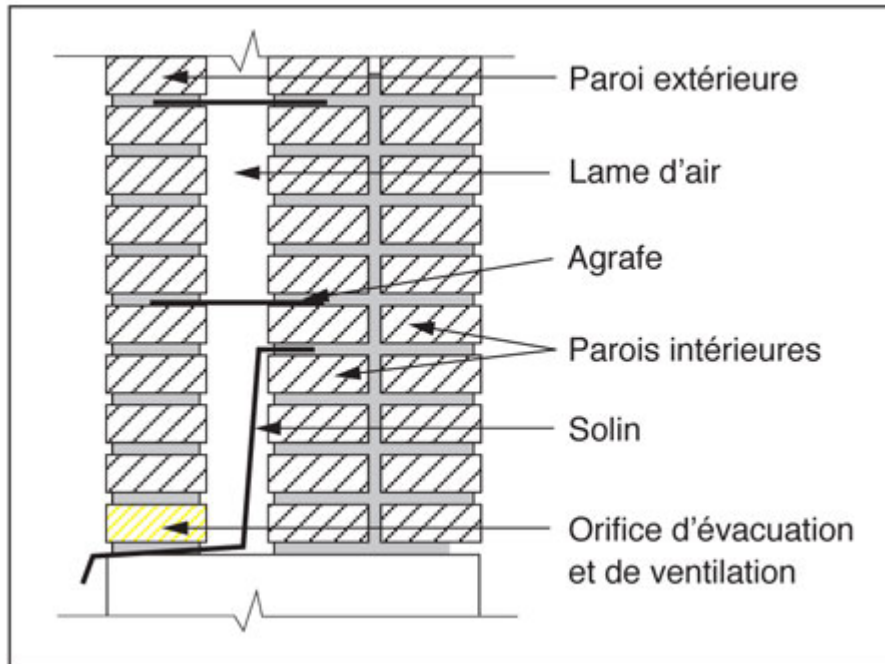


Figure 2. Mur creux drainé et aéré

Le drainage des murs creux a été préconisé au début des années 1900, mais cette technique ne s'est pas répandue tout de suite³. Cependant, c'est aujourd'hui un fait bien connu que si on ménage des orifices d'évacuation et on pose un solin au bas de la lame d'air (comme le prescrit le Code national du bâtiment depuis 1953), l'eau qui pénètre dans la paroi extérieure est rejetée à l'extérieur (voir figure 2)^{4, 5, 6}. Dans certains cas, les orifices d'évacuation peuvent aussi servir à l'aération en permettant à la vapeur qui se trouve dans la lame d'air de s'échapper. Le mur à lame d'air drainée peut protéger grandement contre l'infiltration de l'eau sous l'effet de la capillarité, de la tension superficielle ou de la pesanteur, mais il ne permet pas, sans l'ajout d'autres éléments, de prendre en compte le transfert d'eau dû à la différence de pression d'air.

Le Code national du bâtiment (CNB) exige, dans sa version la plus récente, que la lame d'air des murs creux ait au minimum 50 mm d'épaisseur⁵. Ainsi, il y a moins de chances que les bavures de mortier présentes dans la lame permettent à l'eau qui se trouve dans la paroi extérieure d'atteindre la paroi intérieure.

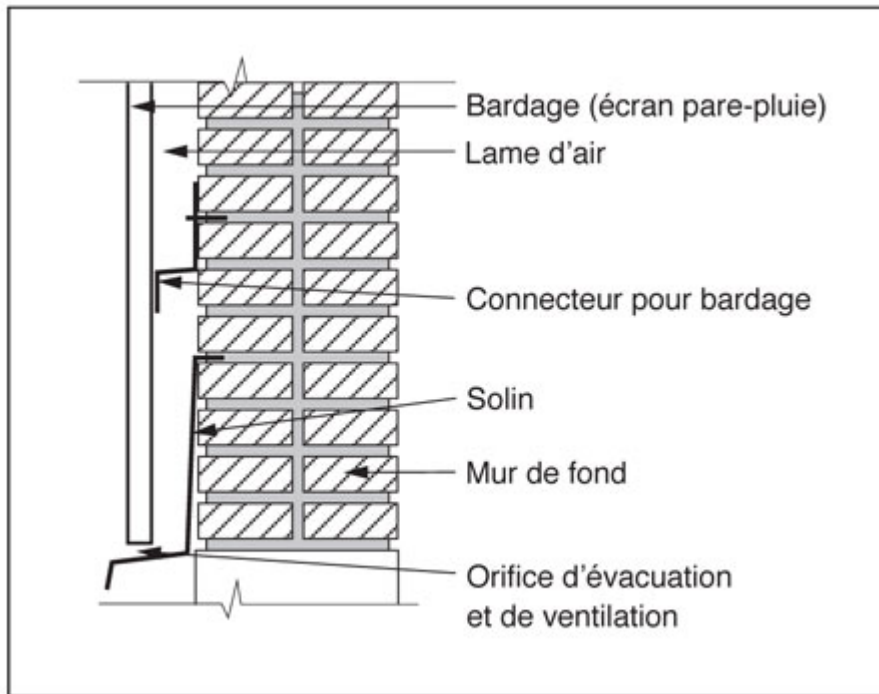


Figure 3. Concept de l'écran pare-pluie appliqué au mur de brique plein et porteur

Premiers bâtiments en bois

Au Canada, les murs de bâtiments comportant de multiples éléments destinés à mieux les protéger contre l'infiltration de l'eau de pluie remontent à au moins 1604⁷. Au cours des années 1920, les murs des habitations à charpente de bois étaient généralement constitués d'un parement et d'un papier de construction posé sur le revêtement des pans extérieurs. Dans bien des cas, le parement et le papier de construction étaient séparés par une lame d'air.

Le principe de l'écran pare-pluie

Le concept initial

L'étape suivante, dans l'élaboration de stratégies visant à réduire le plus possible la pénétration de l'eau dans les murs⁸, a été marquée par l'apparition, en 1946, du principe de l'écran pare-pluie. Il s'agissait d'un bardage constitué d'un matériau léger à faible perméance à la vapeur d'eau et à faible capacité en eau, posé sur la face extérieure d'un mur de brique plein et porteur et séparé de celui-ci par une lame d'air drainée et aérée. Le but visé était d'atténuer l'action de la vapeur d'eau sur le mur de fond et, grâce à la lame d'air, d'assurer l'évacuation de l'humidité provenant de l'extérieur et de l'intérieur (voir figure 3). Lorsqu'il était bien conçu et exécuté, ce type de mur résistait à la pénétration de l'eau sous l'effet de l'énergie cinétique des gouttes de pluie, de la pesanteur, de la capillarité et de la tension superficielle. Il se comportait comme un mur à lame d'air drainée et aérée mais, pas plus que celui-ci, il ne permettait pas de prendre explicitement en compte le facteur différence de pression d'air, qui contribue à la pénétration de la pluie.

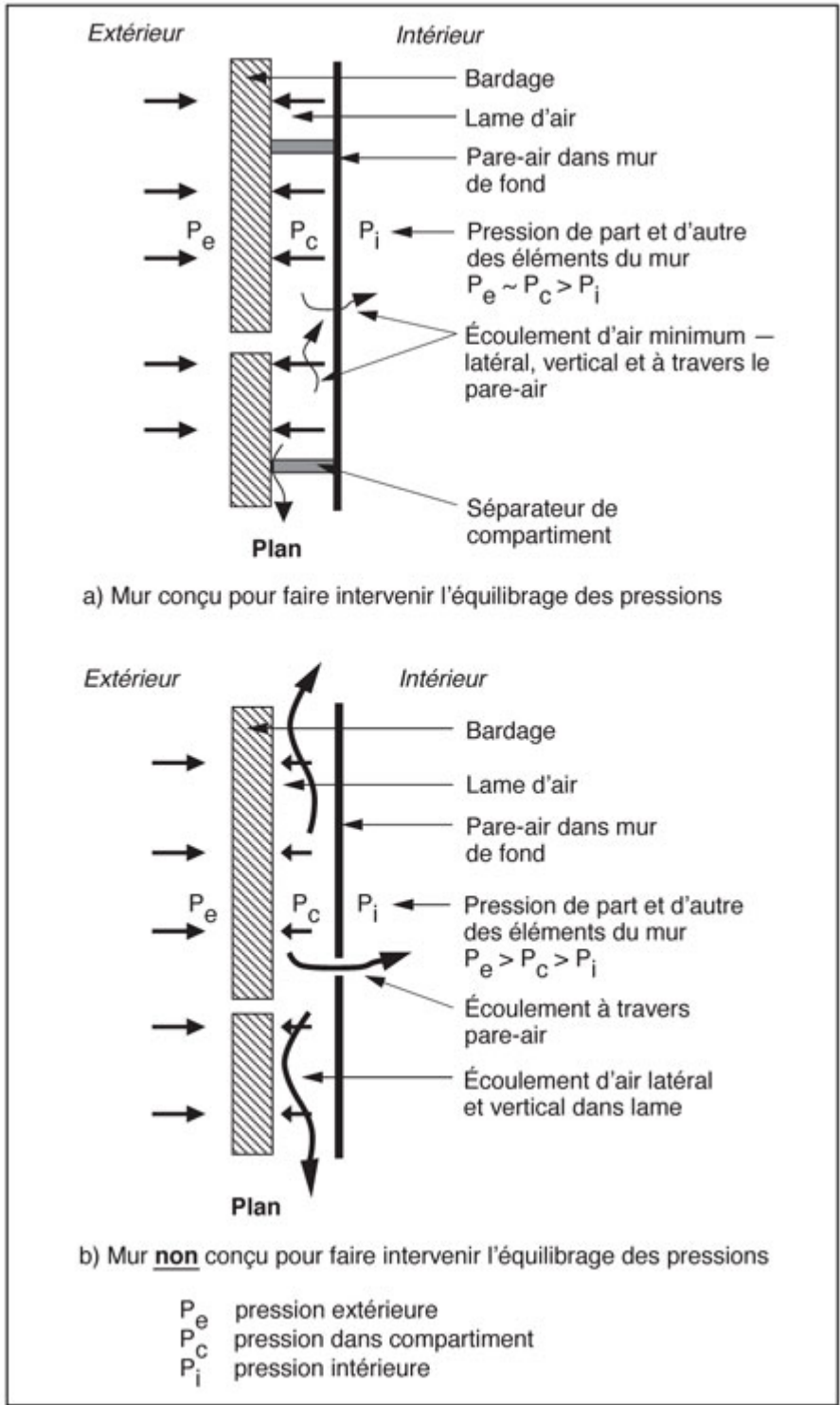


Figure 4. Écoulement d'air à travers et dans les murs à écran pare-pluie

Dans quelle mesure faut-il empêcher la pénétration de l'eau ?

Différents types de murs peuvent absorber différentes quantités d'eau sans être

endommagés. La quantité d'eau acceptable dépend des matériaux utilisés et de la capacité de séchage du mur en question. Cette dernière dépend quant à elle de la configuration du mur et du climat.

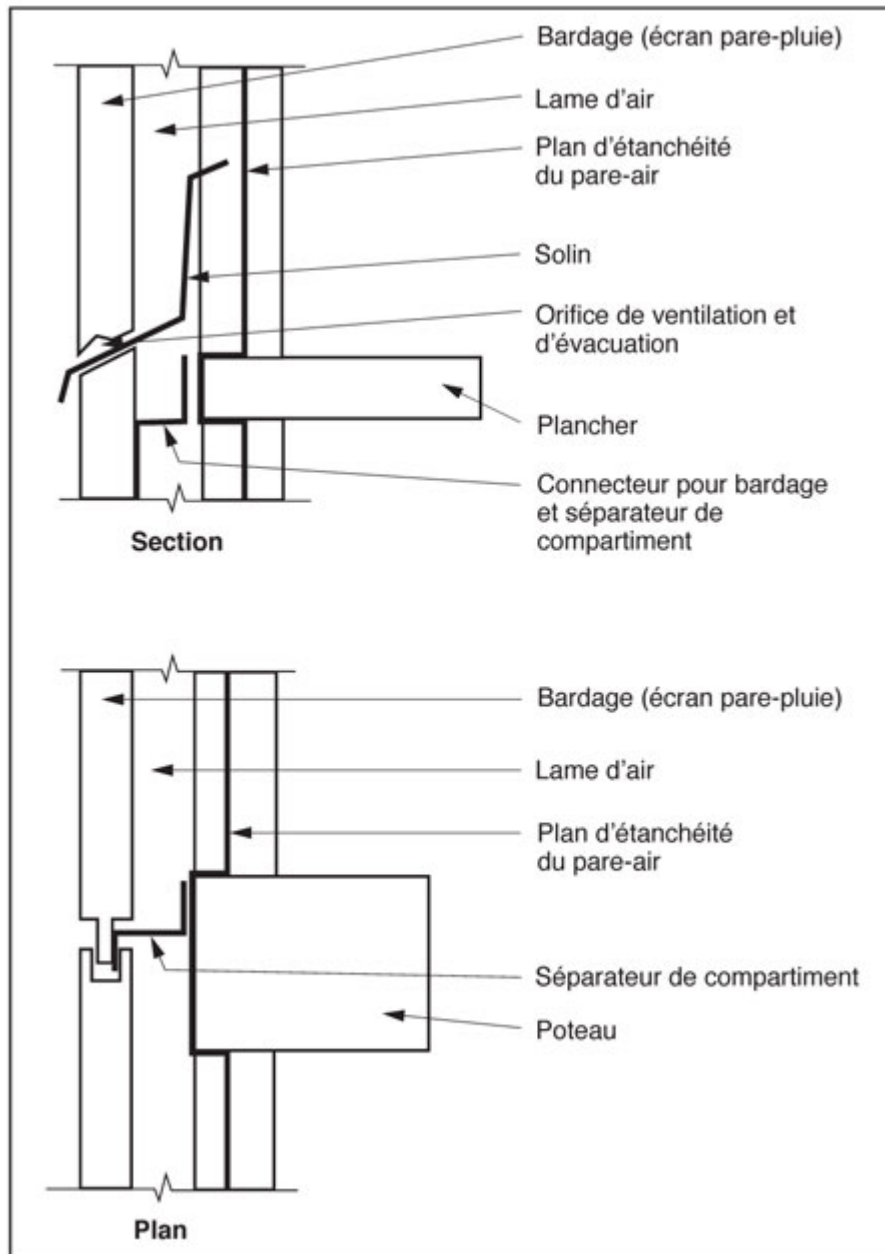


Figure 5. Mur à écran pare-pluie ouvert

Le mur à écran pare-pluie ouvert

C'est grâce aux travaux accomplis par la Division des recherches en bâtiment du Conseil national de recherches (CNRC), au cours des années 60, que le concept d'écran pare-pluie a évolué. La nouvelle technique, connue sous le nom de « mur à écran pare-pluie ouvert », prenait en compte toutes les forces à l'origine

de l'infiltration de l'eau de pluie, en particulier la maîtrise de l'écoulement d'air dans l'épaisseur du mur et à l'intérieur de celui-ci afin de réduire le plus possible la différence entre les pressions existant de part et d'autre du bardage (voir figure 4)⁹. Les chercheurs du CNRC ont montré que :

- en prévoyant un plus grand nombre d'ouvertures,
- en modifiant la dimension et la répartition des orifices d'aération,
- en ménageant une lame d'air,
- en la divisant en compartiments
- et en dotant le mur de fond d'un système d'étanchéité à l'air,

on peut diminuer la pression de part et d'autre de l'écran pare-pluie et réduire ainsi l'une des forces responsables de la pénétration de la pluie dans le mur (voir figure 5). C'est cet aspect de l'équilibrage des pressions qui distinguait le mur à écran-pare-pluie ouvert de ses prédécesseurs.

Variantes actuelles du mur à écran pare-pluie

Le mur à écran pare-pluie traditionnel ou de base

Le mur à écran pare-pluie que l'on a vu se répandre au cours des années 70 comporte :

- un bardage (l'écran pare-pluie),
- un deuxième moyen de défense,
- un système d'étanchéité à l'air dans le mur de fond.

Ces éléments sont considérés comme essentiels pour la réalisation d'un mur à écran pare-pluie efficace.

Bardage. Le bardage, qui constitue le premier moyen de défense, sert d'écran qui fait dévier la pluie. Le matériau dont il est fait n'est pas nécessairement léger et sa perméance à la vapeur d'eau ou sa capacité en eau peut être faible ou non. En fait, les murs à écran pare-pluie en placage de brique sont très courants. Le matériau constituant l'écran pare-pluie est mis en oeuvre de façon à réduire le plus possible l'infiltration de l'eau à travers et autour du bardage.

Les joints du parement extérieur doivent être conçus et réalisés de manière à résister à l'énergie cinétique des gouttes de pluie, à la tension superficielle et à la pesanteur. Les ouvertures pratiquées dans l'écran pare-pluie contribuent d'une certaine façon à réduire l'écart des pressions de part et d'autre du bardage, mais il faut que l'équilibrage des pressions soit pris en compte en même temps que les autres éléments du mur, notamment le système d'étanchéité à l'air. Les éléments qui relient le parement extérieur au mur de fond doivent avoir pour rôle de contrer le transfert d'humidité sous l'effet de la tension superficielle, de la capillarité et de la pesanteur. Pour s'opposer aux forces de transport de l'humidité, il faudrait aussi concevoir les composants qui traversent l'écran pare-pluie, par exemple les fenêtres et les portes, ainsi que les

jonctions de ces composants avec l'écran pare-pluie, conformément au principe de fonctionnement de ce dernier. Un exemple de cette approche globale est la réalisation d'une lame d'air rejetant l'eau à l'extérieur.

Deuxième moyen de défense. Celui-ci est constitué d'une lame d'air drainée, aérée et traversée par un solin, ainsi que d'un matériau — une membrane résistant à l'eau — posé sur l'extérieur du mur de fond afin de protéger les éléments sensibles à l'humidité. Le deuxième moyen de défense a pour fonction d'empêcher l'eau qui pénètre dans le bardage d'attaquer le reste du mur. Pour ce qui est des maisons et des petits bâtiments, le CNB exige qu'un mur comporte une membrane de revêtement intermédiaire si celle-ci repose sur un revêtement mural intermédiaire, deux membranes de ce type dans le cas contraire ou, sinon, un revêtement mural intermédiaire qui n'est pas sensible à l'humidité ou qui comprend une membrane de revêtement intermédiaire⁵. Comme dans le cas du bardage, il faut appliquer la règle du deuxième moyen de défense à tous les constituants du mur afin d'assurer la continuité nécessaire.

L'épaisseur minimale admissible, dans le cas de la lame d'air, dépend du matériau dont est fait le bardage et de celui qui est utilisé pour créer la lame d'air. Dans le cas des murs en parement de brique, elle est de 25 mm (il importe de veiller à ce que le mortier durci ne crée pas de ponts entre les deux parois de la lame d'air). Lorsqu'on utilise des fourrures en bois, elles doivent être suffisamment épaisses pour assurer la fixation structurale du bardage; dans le cas des maisons et des petits bâtiments, le CNB indique que les fourrures doivent avoir 19 mm d'épaisseur⁵. En tout cas, l'épaisseur ne doit pas être inférieure à 10 mm, question de tenir compte des variations au niveau de la construction.

Dans bien des cas, les murs d'habitations de faible hauteur revêtus de matériaux comme le stucco ou comportant un bardage en vinyle, en métal ou en bois présentent une performance satisfaisante même si la lame d'air n'a pas l'épaisseur minimum généralement acceptée et si elle peut être discontinuée entre les différents solins, dans un plan vertical. Ce type de mur représente une longue tradition de construction à ossature de bois comportant de multiples éléments de protection. Le premier niveau de protection est assuré par le complexe de bardage qui, lorsqu'il est bien conçu, réduit grandement l'action de l'humidité sur le deuxième moyen de défense. De plus, les surplombs de toit peuvent servir à limiter la quantité d'eau de pluie qui atteint le bardage. Ce genre de mur ayant une capacité de drainage réduite, il se peut que l'on doive choisir un autre type de membrane de revêtement intermédiaire ou un autre matériau pour protéger le mur de fond contre l'humidité de manière à assurer une plus grande résistance à l'eau et, ainsi, un deuxième moyen de défense efficace.

Qu'est-ce au juste qu'un mur à écran pare-pluie ?

À l'origine, le mur à écran pare-pluie était constitué d'une paroi porteuse, d'une lame d'air drainée et aérée ainsi que d'un bardage protecteur léger. Aujourd'hui,

il se peut que dans bien des murs le bardage ne soit pas léger et qu'il n'y ait pas de lame d'air drainée et aérée mais que l'on trouve un deuxième moyen de défense contre la pénétration de la pluie. On considère qu'il s'agit là de murs à écran pare-pluie.

Système d'étanchéité à l'air. Le CNB exige, dans le cas de la plupart des types de bâtiments, que le mur de fond soit doté d'un système d'étanchéité à l'air, c'est-à-dire d'une barrière continue servant à contrôler l'écoulement d'air à travers le mur^{5,10}. Cela réduit aussi la différence de pression d'air statique de part et d'autre du parement extérieur. Le système d'étanchéité à l'air assure la bonne performance du bardage (l'écran pare-pluie) et du deuxième moyen de défense.

Modifications apportées au mur à écran pare-pluie de base

Avec l'évolution de la conception des murs, des méthodes de construction et des matériaux utilisés, on a modifié le concept de base du mur à écran pare-pluie (décrit ci-dessus) en fonction de différents milieux de service, de différentes exigences de durabilité et de différentes contraintes au niveau des coûts de construction. Lorsqu'on apporte une modification, il faut évaluer la performance globale du mur pour s'assurer que celui-ci et les différents éléments qui le composent pourront résister à la pénétration de l'eau, compte tenu du milieu de service du bâtiment, pendant toute sa durée de vie prévue.

L'industrie de la construction a récemment expérimenté des murs dont la lame d'air, au lieu d'être associée à une membrane protectrice, est occupée par des éléments autodrainants agissant comme deuxième moyen de défense : panneaux semi-rigides en fibres de verre orientées et feuille de plastique profilée ne nécessitant pas de fourrures. Les murs comportant de tels éléments sont parfois appelés « murs à écran pare-pluie drainants ».

Nombre de désordres de l'enveloppe du bâtiment observés récemment sont attribuables à la construction de murs où il n'y avait guère ou pas de capacité d'évacuation de l'eau derrière le bardage. Dans ces conditions, l'évaluation inadéquate du degré de résistance à l'eau exigée dans le cas du deuxième moyen de défense a mené à la dégradation prématurée du mur sous l'effet de l'humidité à laquelle il a été exposé. Il peut arriver qu'un type de mur qui fonctionne bien dans une zone climatique donnée n'offre pas la performance souhaitée dans une autre en raison de différences au niveau du taux de pluviosité, de la fréquence des pluies, de l'humidité relative et de la température moyennes, ainsi que des cycles de mouillage et de séchage.

Le mur à écran pare-pluie à pression équilibrée constitue la version la plus sophistiquée du mur à écran pare-pluie¹¹. Dans ce type de mur, les ouvertures ménagées dans l'écran pare-pluie sont conçues spécifiquement pour assurer l'équilibrage des pressions statiques et dynamiques de part et d'autre de l'écran. On détermine le nombre et la géométrie des orifices d'aération de façon à ce qu'une quantité d'air suffisante pénètre dans la lame et en sorte assez

rapidement en fonction des coups de vent; le but visé est de réduire le plus possible l'écart de pression de part et d'autre du parement extérieur et dans les compartiments de la lame d'air, et, du même coup, la pénétration de la pluie dans le mur. La surface effective des orifices d'aération dépend de la perméabilité à l'air du système d'étanchéité, de la rigidité de celui-ci et de l'écran pare-pluie, ainsi que du volume des différents compartiments que comporte la lame d'air. Ces compartiments sont drainés et aérés séparément, le but étant de contrôler l'écoulement d'air vertical et latéral dans la lame d'air. Comme la pression d'air produite par le vent varie en différents points du bâtiment, en hauteur et en largeur, les dimensions des compartiments, déterminées de manière à réduire le plus possible l'écart de pression d'air pour chacun d'eux, varient aussi selon l'endroit qu'ils occupent sur la façade du mur. Les compartiments se trouvant dans les coins du bâtiment doivent être fermés, sinon le vent pourrait modifier la pression d'air qui s'exerce sur les façades adjacentes.

Lignes directrices concernant la conception des murs à écran pare-pluie

Les murs à écran pare-pluie, qu'ils soient de type traditionnel ou de type modifié, constituent de nos jours la norme en ce qui concerne les bâtiments d'habitation de faible hauteur. De nombreuses publications renferment de l'information sur leur conception et leur construction^{12,13,14}. Cependant, il n'existe guère de lignes directrices ayant trait à la conception des murs à écran pare-pluie à pression équilibrée et on n'a pas encore traité adéquatement la question de la réduction de la pénétration de la pluie accompagnée de vent^{15,16}.

Résumé

Le concept de mur à écran pare-pluie a évolué au fil des années, ce qui a donné lieu à l'apparition d'un certain nombre de variantes. La performance de ce type de mur dépend :

- des matériaux employés et de la façon dont les murs sont conçus et réalisés;
- de l'action de l'humidité sur eux;
- des forces contribuant au séchage, dans un milieu de service donné.

Tout mur ou presque peut offrir une performance acceptable dans certaines conditions; cependant, lorsqu'il diffère du mur à écran pare-pluie traditionnel, il faut procéder à une évaluation soignée pour s'assurer qu'il pourra résister à la pénétration de l'eau à laquelle il sera exposé.

Mme G.A. Chown est conseillère technique supérieure au sein du Centre canadien des codes, à l'Institut de recherche en construction (IRC) du Conseil national de recherches.

M. W.C. Brown est agent de recherche supérieur au sein du programme *Enveloppe et structure du bâtiment*, à l'IRC.

M. G.F. Poirier est agent d'évaluation au sein du Centre canadien de matériaux de construction, à l'IRC.

Références bibliographiques

1. Retrofit Strategies for Face Sealed Metal and Glass Curtain Walls. Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, Ottawa, 1995.
2. CAN3-A371-M84, Maçonnerie des bâtiments. Association canadienne de normalisation, Etobicoke, 1995.
3. ICS Reference Library: Common Brickwork. International Textbook Company. Scranton, PA, 1909.
4. Code national du bâtiment du Canada 1953. Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, 1953.
5. Code national du bâtiment du Canada 1995. Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, 1995.
6. Ritchie, T. [Murs à cavité](#) . CBD 21F, Division des recherches en bâtiment, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, 1961.
7. Ritchie, T. Canada Builds 1867-1967. Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, 1967.
8. Johansson, C.H. The influence of moisture on the heat conductance for brick. Byggmastaren, Nr., 1946.
9. Garden, G.K. [Pénétration de la pluie et comment l'empêcher](#) . CBD 40F, Division des recherches en bâtiment, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, 1963.
10. Regard 86 sur la science du bâtiment. [Un pare-air pour l'enveloppe du bâtiment](#). Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, 1989.
11. Brown, W.C., Rousseau, M.Z., et Dalgliesh, W.A. Field testing of pressure-equalized rainscreen walls. ASTM STP 1034, 1991.
12. Guide du constructeur. Association canadienne des constructeurs d'habitations, Ottawa, 1994.
13. Principes de construction visant à prévenir l'accumulation d'humidité dans les murs des nouvelles maisons à ossature de bois des régions de l'Atlantique du Canada. Société canadienne d'hypothèques et de logement, Ottawa, 1985.

14. Problèmes de bardages. Collection « Constructeurs », Société canadienne d'hypothèques et de logement, Ottawa, 1988.

15. Baskaran, A. Review of design guidelines for pressure equalized rainscreen walls. Rapport interne no 629, Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, 1992.

16. Poirier, G.F., et Brown, W.C. Pressure Equalization and the Control of Rainwater Penetration under Dynamic Wind Loading. Construction Canada, vol. 36, no 2, 1994.

© 1997

Conseil national de recherches du Canada
Décembre 1997
ISSN 1206-1239

